

## Kommutator

### Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einem Kommutator für eine elektrische Maschine nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1. Ein derartiger Kommutator weist mehrere Lamellen auf, die Kontaktflächen aufweisen und durch Schlitze voneinander getrennt sind.

Im Betrieb kann es zu so genannten Bürstengeräuschen kommen. Dabei ist der Kommutator die Hauptanregungsquelle. Zum einen wird an der Kontaktfläche von Kommutator und Bürste die Bürste über die Reibung mitgenommen. Hierbei wird die Bürste durch den sogenannte Stick-Slip-Effekt zum Schwingen angeregt. Außerdem wird der Kommutator u. a. durch die aus Formungenauigkeiten (zum Beispiel Rundlauffehler, Exzentrizität, Lamellensprung etc.) resultierende und Wucht zum Schwingen angeregt. Dabei haben die Lamellenschlitze des Kommutators eine besondere Bedeutung. Jeder Schlitz hat zur Folge, dass - bedingt durch die radiale Vorspannung - die Bürstenkante bei einer Drehung in den Schlitz rutscht, wobei sie eine Weganregung erfährt. Danach wird die Bürste wieder aus dem Schlitz gedrückt, wodurch sie eine Weg- und Kraftanregung erfährt. Speziell die Anregungen beim Auslauf werden hierbei durch den Lamellensprung verstärkt. Die Weganregung beschränkt sich dabei auf die radiale Richtung der Bürste, in tangentialer Richtung erfolgt eine Kraftanregung. Die Anzahl der Lamellen des Kommutators hat dadurch einen Haupteinfluss auf das betreffende Frequenzspektrum. Die entsprechende Schlitzfrequenz ( $f_N$ ) hängt dabei von der Lamellenzahl ( $i_L$ ) und der Drehfrequenz des Kommutators ( $\omega_K$ ) ab. Daraus resultiert die Formel:  $f_N = i_L \cdot \omega_K$ .

### Vorteile der Erfindung

Der erfindungsgemäße Kommutator für eine elektrische Maschine mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 hat demgegenüber den Vorteil, dass das erzeugte Geräusch positiv beeinflusst werden kann. Hierzu weist der Kommutator mehrere Lamellen auf, die Kontaktflächen aufweisen und durch Schlitze voneinander getrennt sind, wobei auf

wenigstens einem Teil der Lamellen in der Kontaktfläche mindestens eine Nut vorgesehen ist, die sich im Wesentlichen in Längsrichtung der jeweiligen Lamelle erstreckt. Dadurch kann die auftretende Schlitzfrequenz erhöht werden, so dass hierüber der Frequenzbereich und somit die Anregung der Bürste beeinflusst wird. Dabei gilt es die Schlitzfrequenz so zu ändern, dass die daraus resultierenden Bürstenschwingungen außerhalb des störenden Bereichs liegen.

Einfach fertigen lässt sich ein derartiger Kommutator, wenn der Abstand der Schlitz- und Nuten gleichmäßig ist.

Die Lamellen bleiben mechanisch sehr stabil, wenn die Tiefe der Nuten nur einen Teil der Dicke der Lamellen, vorzugsweise 0,5mm, beträgt.

Ein gutes Geräuschverhalten hat sich bei einer Zahl von zwei Nuten je Lamellen ergeben.

Weiterhin lässt sich das Geräusch positiv beeinflussen, wenn die sich gegenüberliegenden Ränder benachbarter Lamellen und die Ränder der Nuten mit einer Fase versehen sind. Besonders gute Resultate lassen sich erzielen, indem die Fasen einen spitzen Winkel, vorzugsweise von 15° bis 20°, mit der Kontaktfläche der jeweiligen Lamelle bilden. Dieser Winkel dient als Ein- bzw. Auslaufschräge. Dadurch ist die Weg- bzw. Kraftanregung, die die Bürste durch die Schlitz- erfährt, harmonischer ausgelegt. Zudem ist der Kantenverschleiß an der Bürste geringer.

Der stärkste Effekt hinsichtlich des Geräuschs lässt sich bei am Umfang eines Trommelkommutators verteilten Lamellen erzielen. Fertigungstechnisch ist es günstig, wenn die Nuten kürzer als die Schlitz- sind.

Wird ein derartiger Kommutator in einer elektrischen Maschine verwendet, die ihrerseits wiederum in einer Antriebseinheit, insbesondere in einem Kraftfahrzeug, wie ein Fensterheber, Schiebdachantrieb, Triebstrangsteller, insbesondere Kupplungssteller oder dergleichen verwendet wird, so führt auch dies bei der elektrischen Maschine bzw. der Antriebseinheit zu einem verbesserten Geräuschverhalten.

Weitere Vorteile und vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den Unteransprüchen und der Beschreibung.

## Zeichnung

Ein Ausführungsbeispiel ist in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 eine Antriebseinheit,

Figur 2 einen Hakenkommutator im Längsschnitt,

Figur 3 eine Stirnansicht des Hakenkommutators aus Figur 2 und

Figur 4 den Ausschnitt IV aus Figur 3.

## Beschreibung des Ausführungsbeispiels

In der Figur 1 ist eine elektrische Maschine 10 gezeigt, die Teil einer Antriebseinheit 12 ist, die bevorzugt Verwendung in einem Kraftfahrzeug findet. Bei der Antriebseinheit 12 kann es sich um einen Fensterheber, einen Schiebdachantrieb, einen Triebstrangsteller, insbesondere Kupplungssteller, oder dergleichen handeln. Symbolisch ist an der elektrischen Maschine 10 ein Getriebe 14 dargestellt.

In den Figuren 2 bis 4 ist ein Kommutator 16 dargestellt. Der Kommutator 16 weist einen zylindrischen Kommutatorkern 18 aus einem Duroplast auf, der von einer metallenen Leiterhülse 20, insbesondere aus Kupfer gefertigt, umgeben ist. In dem Kommutatorkern 18 verläuft eine Aufnahmebohrung 22, in der die nicht dargestellte Ankerwelle der elektrischen Maschine 10 angeordnet wird.

In Längsrichtung verlaufende Schlitze 24 durchtrennen die Leiterhülse 20 in elektrisch gegeneinander isolierte einzelne Lamellen 26 mit Kontaktflächen 27 für nicht dargestellte Bürsten der elektrischen Maschine 10. An einem Ende besitzen die Lamellen 26 je einen Verbindungshaken 28. Mit jedem Verbindungshaken 28 wird ein nicht dargestellter Verbindungsdraht der Läuferwicklung mechanisch und elektrisch verbunden. Da die Lamellen 26 am Umfang angeordnet sind, handelt es sich im vorliegenden Ausführungsbeispiel um einen Trommelkommutator. Es sind genauso viele Lamellen 26 wie Verbindungshaken 28 vorgesehen. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel sind es acht, wobei auch andere Zahlen möglich sind.

Auf jeder der Lamellen 26 sind zwei Nuten 30 vorgesehen. Es ist auch möglich nur eine oder mehr Nuten 30 je Lamelle vorzusehen. Auch ist es möglich, nur auf einem Teil der Lamellen 26 Nuten 30 vorzusehen. Die Nuten 30 erstrecken sich im Wesentlichen in Längsrichtung der jeweiligen Lamelle 26. Im gezeigten Ausführungsbeispiel verlaufen die Nuten 30 parallel zur Mittelachse 31 des Kommutators. Es ist aber auch ein geneigter Verlauf möglich. Die Nuten 30 sind kürzer als die Schlitze 24.

Der Abstand 32 der Schlitze 24 und der Nuten 30 ist gleichmäßig. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel handelt es sich beim Abstand 32 um den Winkel von Schlitz 24 zu benachbarter Nut 30 bzw. Nut 30 zu benachbarter Nut 30 bezogen auf die Mittelachse 31 des Kommutators 16. Dieser Abstand 32 bzw. Winkel berechnet sich aus  $360^\circ / i_g$ , wobei  $i_g$  die Summe aus der Anzahl der Schlitze 24 und der Anzahl der Nuten 30 ist. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel sind 8 Schlitze vorhanden, die 8 Lamellen bilden. Auf jeder Lamelle sind 2 Nuten vorgesehen, woraus sich  $2 * 8 = 16$  Nuten ergeben. Daraus resultiert  $i_g = 8 + 16 = 24$ . Der Abstand 32 beträgt somit  $15^\circ$ .

Es kann auch vorgesehen sein, dass die Schlitze 24 und Nuten 30 nicht gleichmäßig beabstandet bzw. am Umfang verteilt sind. Eine unsymmetrische Anordnung kann auch Vorteile bei den Geräuschen haben.

Die Tiefe 34 der Nuten 30 beträgt nur einen Teil der Dicke der Lamellen 26, vorzugsweise 0,5mm. Es sind aber auch andere Tiefen möglich. Auch ist es denkbar, dass die Nuten 30 die Lamellen 26 wie die Schlitze 24 in Abschnitte trennen.

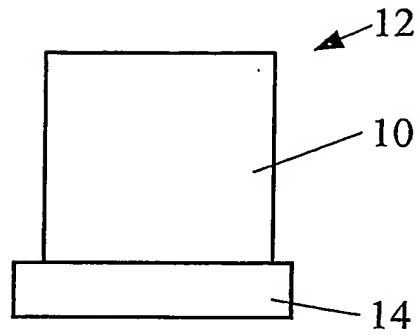
Wie aus der Figur 4 deutlicher hervorgeht, sind die sich gegenüberliegenden Ränder 36 benachbarter Lamellen 26 mit Fasen 38 versehen, die sich in Längsrichtung erstrecken. Die Ränder 40 der Nuten 30 sind mit einer Fase 38 versehen. Die Fasen 38 bilden einen spitzen Winkel 42, vorzugsweise von  $15^\circ$  bis  $20^\circ$ , mit der Kontaktfläche 27 der jeweiligen Lamelle 26. Die Fasen 38 sollten so bemessen sein, dass noch eine ausreichende Kontaktfläche 27 für die Bürsten bleibt.

Natürlich ist die Erfindung nicht nur auf Trommelkommutatoren beschränkt. Sie kann auch bei Stirnkommutatoren - auch Plankommutatoren genannt - angewendet werden, bei denen die Lamellen an einer Stirnfläche angeordnet sind.

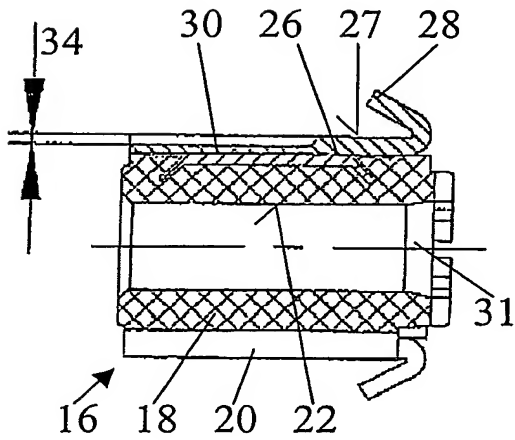
## Ansprüche

1. Kommutator (16) für eine elektrische Maschine (10), der mehrere Lamellen (26) aufweist, die Kontaktflächen (27) aufweisen und durch Schlitze (24) voneinander getrennt sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass auf wenigstens einem Teil der Lamellen (26) in der Kontaktfläche (27) mindestens eine Nut (30) vorgesehen ist, die sich im Wesentlichen in Längsrichtung der jeweiligen Lamelle (26) erstreckt.
2. Kommutator (16) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Abstand (32) der Schlitze (24) und Nuten (30) gleichmäßig ist.
3. Kommutator (16) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Tiefe (34) der Nuten (30) nur einen Teil der Dicke der Lamellen (26), vorzugsweise 0,5mm, beträgt.
4. Kommutator (16) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass auf jeder Lamelle (26) zwei Nuten (30) vorgesehen sind.
5. Kommutator (16) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die sich gegenüberliegenden Ränder (36) benachbarter Lamellen (26) und die Ränder (40) der Nuten (30) mit einer Fase (38) versehen sind.
6. Kommutator (16) nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Fasen (38) einen spitzen Winkel, vorzugsweise von 15° bis 20°, mit der Kontaktfläche (27) der jeweiligen Lamelle (26) bilden.
7. Kommutator (16) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Lamellen (26) am Umfang des als Trommelkommutators ausgebildeten Kommutators (16) angeordnet sind.

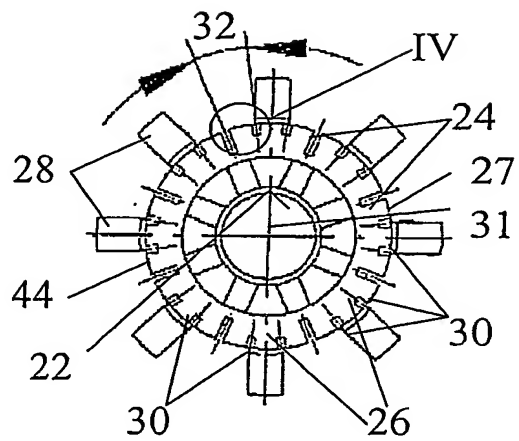
8. Kommutator (16) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Nuten (30) kürzer als die Schlitze (24) sind.
9. Elektrische Maschine (10) mit einem Kommutator (16) nach einem der vorhergehenden Ansprüche.
10. Antriebseinheit (12), insbesondere für ein Kraftfahrzeug, wie ein Fensterheber, Schiebdachantrieb, Triebstrangsteller, insbesondere Kupplungssteller oder dergleichen mit einer elektrischen Maschine (10) nach Anspruch 9.



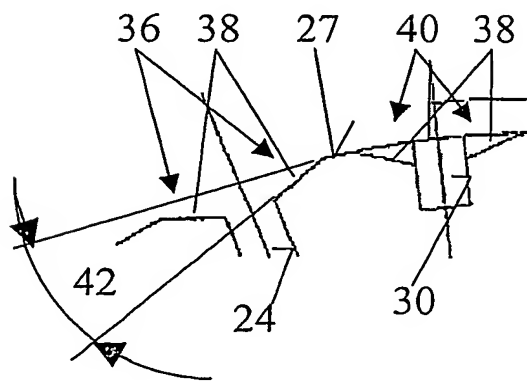
**Fig. 1**



**Fig. 2**



**Fig. 3**



**Fig. 4**